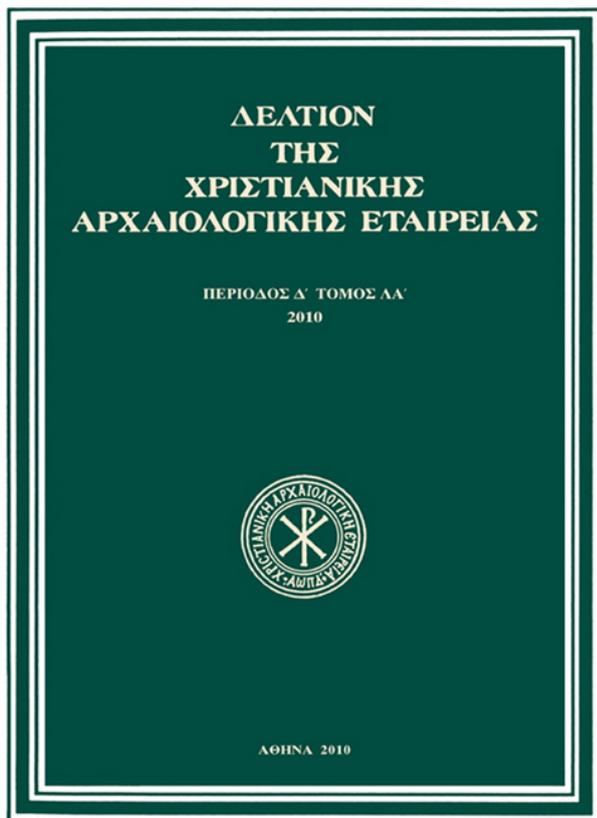


## Δελτίον της Χριστιανικής Αρχαιολογικής Εταιρείας

Τόμ. 31 (2010)

Δελτίον ΧΑΕ 31 (2010), Περίοδος Δ'



Υαλοποιεία και υαλουργεία παλαιοχριστιανικών και βυζαντινών χρόνων στον Ελλαδικό χώρο. τυπολογία και κατανομή

Κωνσταντίνος Θ. ΡΑΠΤΗΣ

doi: [10.12681/dchae.677](https://doi.org/10.12681/dchae.677)

### Βιβλιογραφική αναφορά:

ΡΑΠΤΗΣ Κ. Θ. (2011). Υαλοποιεία και υαλουργεία παλαιοχριστιανικών και βυζαντινών χρόνων στον Ελλαδικό χώρο. τυπολογία και κατανομή. *Δελτίον της Χριστιανικής Αρχαιολογικής Εταιρείας*, 31, 165–176. <https://doi.org/10.12681/dchae.677>



# ΔΕΛΤΙΟΝ ΤΗΣ ΧΡΙΣΤΙΑΝΙΚΗΣ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ

Υαλοποιεία και υαλουργεία παλαιοχριστιανικών και  
βυζαντινών χρόνων στον ελλαδικό χώρο. Τυπολογία  
και κατανομή

---

Κωνσταντίνος ΡΑΠΤΗΣ

Περίοδος Δ', Τόμος ΛΑ' (2010) • Σελ. 165-176

ΑΘΗΝΑ 2010

Κωνσταντίνος Θ. Ράπτης

## ΥΑΛΟΠΟΙΕΙΑ ΚΑΙ ΥΑΛΟΥΡΓΕΙΑ ΠΑΛΑΙΟΧΡΙΣΤΙΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΒΥΖΑΝΤΙΝΩΝ ΧΡΟΝΩΝ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ. ΤΥΠΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΟΜΗ

Τα εργαστήρια υαλοποιίας ή υαλουργίας συγκαταλέγονται μαζί με τα εργαστήρια κεραμικής, μεταλλουργίας και ασβεστοποιίας στην τεχνολογική κατηγορία βιοτεχνικών εργαστηρίων, κύριο χαρακτηριστικό των οποίων είναι η ανάπτυξη της παραγωγικής διαδικασίας μέσω χρήσης κλιβάνων ή καμίνων.

Η παρούσα μελέτη αποσκοπεί στην ανίχνευση των τεχνικών της υαλοποιίας και της υαλουργίας κατά τους παλαιοχριστιανικούς και τους βυζαντινούς χρόνους, στη συγκριτική παρουσίαση των υαλοποιείων και υαλουργείων της εξεταζόμενης περιόδου, που έχουν εντοπιστεί στον ελλαδικό χώρο, και στην κατανόηση των τεχνολογικών στοιχείων της παραγωγικής διαδικασίας και της οργάνωσης του χώρου των εγκαταστάσεων. Παράλληλα, με τη βοήθεια γραπτών και εικαστικών πηγών, εξετάζεται η τεχνολογία των υαλοκλιβάνων και επιχειρείται η διάκριση διαφόρων τεχνολογικών τύπων.

### Πρώτες ύλες και παραγωγική τεχνολογία υαλοποιείων και υαλουργείων της ύστερης αρχαιότητας και του μεσαιωνικού κόσμου

Από τα εργαστήρια παραγωγής υάλου της αρχαιότητας και του μεσαιωνικού κόσμου έως τα παραδοσιακά υαλουργεία της προβιομηχανικής Ευρώπης, η πρωτογενής παρασκευή αργού γυαλιού (υαλοποιία) και η κα-

τεργασία των παραγόμενων υαλωμάτων (υαλουργία) αποτελούσαν δύο ξεχωριστές παραγωγικές διαδικασίες, κύριο στοιχείο των οποίων ήταν η τήξη της ύλης στον υαλουργικό κλίβανο. Αμφότερες μπορούσαν να αναπτυχθούν στην ίδια βιοτεχνική μονάδα, αλλά και χωριστά, καθώς υαλουργικά εργαστήρια αναπτύσσονταν σε κέντρα, στα οποία υπήρχε ζήτηση υάλινων προϊόντων με προμήθεια προκατασκευασμένων υαλωμάτων από εργαστήρια υαλοποιίας, η οργάνωση και η λειτουργία των οποίων εξαρτιόταν άμεσα από τη δυνατότητα προμήθειας πρώτων υλών.

Η ύαλος αποτελεί συνθετική ύλη που αποτελείται από τρία βασικά συστατικά: άμμο, διάφορα αλκάλια και άσβεστο<sup>1</sup>. Εκ των τριών, κύριο συστατικό για την πρωτογενή παραγωγή υάλου αποτελεί η άμμος, η χημική σύσταση της οποίας είναι  $\text{SiO}_2$  -διοξειδίο του πυριτίου. Η άμμος αναμειγνύεται με αλκάλια, όπως η σόδα ( $\text{Na}_2\text{O}$  -οξειδίο του νατρίου) και η καυστική ποτάσα ( $\text{K}_2\text{O}$  -οξειδίο του καλίου)<sup>2</sup>, που εντοπίζονται στη φύση και τα οποία χαμηλώνουν το σημείο τήξης του μείγματος δίνοντας στην υαλόμαζα, που αποτελεί το τελικό προϊόν της διαδικασίας, ρευστότητα και πλαστικότητα. Το τρίτο συστατικό, η άσβεστος ( $\text{CaO}$ -μονοοξειδίο του ασβεστίου) αποτελεί το βασικό σταθεροποιητή της άμμου και των αλκαλίων.

Βάσει στοιχείων που παραλαμβάνονται από πηγές της

<sup>1</sup> R. J. Forbes, *Studies in Ancient Technology*, Leiden 1957, τ. V, 110, 115-117. D. B. Harden, «Glass and Glazes», *A History of Technology II, The Mediterranean Civilizations and the Middle Ages* (επιστημ. επιμ. Ch. Singer, E. J. Holmyard, A. R. Hall, Tr. Williams), Oxford University Press, Νέα Υόρκη-Λονδίνο 1956, 328 κ.ε. (στο εξής: «Glass and Glazes»). M. L. Trowbridge, *Philological Studies in Ancient Glass*, University of Illinois 1930, 96-101. L. M. A. Butterworth, *The Manufacture of Glass*, Λονδίνο 1948, 25 κ.ε. Π. Τριανταφυλλίδης, *Ροδιακή υαλουργία*, τ. I, Αθήνα 2000, 34-35 (στο εξής: *Ροδιακή υαλουργία*).

<sup>2</sup> Η σόδα ( $\text{Na}_2\text{O}$  -οξειδίο του νατρίου) και η καυστική ποτάσα ( $\text{K}_2\text{O}$  -οξειδίο του καλίου) ήταν τα κατεξοχήν χρησιμοποιούμενα αλκάλια για την πρωτογενή παραγωγή υάλου κατά την ύστερη αρχαιότητα και τους μέσους χρόνους (F. Sh. Taylor - Ch. Singer, «Pre-Scientific Industrial Chemistry», *A History of Technology II* (υποσημ. 1), 358). Αμφότερα λαμβάνονταν από τη στάχτη φυτών, που συναντώνται σε παραθαλάσσια και υφάλμυρα εδάφη, όπως η αλμυρίδα, ή από γαιώδη ιζήματα αποξηραμένων λιμνών, οι ιδιότητες των οποίων, χρήσιμες στην παραγωγή γυαλιού, ήταν

αρχαιότητας<sup>3</sup> και του μεσαιωνικού κόσμου<sup>4</sup>, και τις μεθόδους παρασκευής αργής υάλου που ακολουθούνταν στα υαλοποιεία της αρχαιότητας<sup>5</sup> και στα παραδοσιακά υαλουργεία της προβιομηχανικής Ευρώπης<sup>6</sup>, η πρωτογενής παραγωγή υάλου (υαλοποιία) ολοκληρωνόταν σε δύο στάδια με την ανάπτυξη ιδιαίτερα υψηλών θερμοκρασιών σε εγκαταστάσεις ειδικής κατασκευής. Αρχικά τα τρία βασικά συστατικά του γυαλιού πλένονταν για την απομάκρυνση των περιττών προσμείξεων. Κατά το πρώτο στάδιο στο εσωτερικό του θαλάμου τήξης των υαλοκλιβάνων αναπτυσσόταν θερμοκρασία 600-750°C, με την οποία το τηκόμενο μείγμα των πρώτων υλών –άμμου (SiO<sub>2</sub>), αλκαλίων (Na<sub>2</sub>O ή K<sub>2</sub>O) και ασβέστου (CaO)– έπαιρνε υαλώδη μορφή χωρίς να αποκτά ωστόσο τη δομή της υάλου<sup>7</sup>. Στο δεύτερο στάδιο με ισχυρότερη θέρμανση των κλιβάνων, σε θερμοκρασίες που ξεπερνούσαν τους 1000°C, παραγόταν ομοιογενής τηγμένη νατριοσβεστούχος υάλος, ο βαθμός τήξης της οποίας εξαρτιόταν από την ποιότητα και την καθαρότητα των πρώτων υλών καθώς και από την τελική θερμοκρασία που αναπτυσσόταν στον υαλοκλιβάνο.

Η δευτερογενής παραγωγή υάλινων αντικειμένων (υαλουργία) γινόταν με επανάτηξη προκατασκευασμένων υαλωμάτων ή υαλοπλινθωμάτων. Κατά το στάδιο αυτό στο τηκόμενο μείγμα μπορούσαν να προστεθούν θραύσματα υάλινων αντικειμένων τα οποία έχοντας ήδη τη δομή της υάλου τήγονταν ευκολότερα με αποτέλεσμα

να είναι δυνατή η μείωση της απαιτούμενης θερμοκρασίας για την ολοκλήρωση της τήξης.

Παράλληλα, υπήρχε η δυνατότητα χρωματισμού της υαλόμαζας με την προσθήκη μεταλλικών οξειδίων, τεχνική που αναφέρεται σε κείμενα της ύστερης αρχαιότητας<sup>8</sup>. Την ίδια εποχή και κατά τους μεσαιωνικούς χρόνους χρησιμοποιούνταν κυρίως οξείδια του χαλκού και του σιδήρου για πράσινο ή καφεκίτρινο χρώμα αντίστοιχα, ενώ για το σπανιότερο κόκκινο χρώμα χρησιμοποιούνταν χαλκός ύστερα από χημική αναγωγή του μετάλλου<sup>9</sup>.

Μετά την παραγωγή του υαλοτήγματος ακολουθούσαν οι υαλουργικές εργασίες για την παραγωγή υάλινων αντικειμένων. Τα υάλινα αγγεία παράγονταν κατά την αρχαιότητα με διάφορες μεθόδους που απαιτούσαν διαφορετικές θερμοκρασίες τήξης της υάλου, με χύτευση σε μήτρες, με κάμψη ή με εν θερμώ διαμόρφωση<sup>10</sup>, τεχνική η οποία περιγράφεται από τον Πλίνιο<sup>11</sup>.

Κατά την ύστερη αρχαιότητα επινοήθηκε η τεχνική του φυσήματος για τη διαμόρφωση των υάλινων αγγείων<sup>12</sup>, η οποία επικράτησε των άλλων τεχνικών στα υαλουργεία του μεσαιωνικού κόσμου, ενώ χρησιμοποιείται ακόμη σε παραδοσιακά εργαστήρια παραγωγής γυαλιού. Το βασικό εργαλείο της επεξεργασίας υαλοτήγματος με φύσημα είναι η υαλουργική κάννη, ένας μεταλλικός σωλήνας με θερμομονωμένο στόμιο και λαβή. Ο υαλοφυσητής, αφού βύθιζε την κάννη στο ιξώδες, ημίρ-

γνωστές από την αρχαιότητα. Στο έργο του Πλινίου του Πρεσβύτερου αναφέρεται η ύπαρξη ανάλογων χαρακτηριστικών σε εδάφη της Μακεδονίας, στις περιοχές των Φιλίππων και της Λητής (Plinius, *Naturalis Historia*, βλ. Plin the Elder, *The Natural History* (επιμ. J. Bostoch, H. T. Riley), Λονδίνο 1855, XXXI.46). Η καυστική ποτάσα, που σύμφωνα με αναλύσεις βυζαντινών γυαλιών αποτέλεσε το βασικό αλκάλιο στην παραγωγή υάλου κατά το μεσαίωνα, προερχόταν από τη στάχτη δέντρων ή φυτών (Τριανταφυλλίδης, *Ροδιακή υαλουργία*, 34-35. Harden, «Glass and Glazes», 328).

<sup>3</sup> Πληροφορίες για τις πρώτες ύλες στη διαδικασία παραγωγής υάλου παραδίδει ο Πλίνιος ο πρεσβύτερος (ό.π., XXXVI.65-66). Βλ. σχετικά Trowbridge, ό.π. (υποσημ. 1), 95-119.

<sup>4</sup> Η διαδικασία παραγωγής υάλου σε υαλουργεία της δυτικής Ευρώπης κατά το μεσαίωνα περιγράφεται στο έργο του μοναχού Θεοφίλου, *De Diversis Artibus*, που χρονολογείται από το 10ο έως το 12ο αιώνα (Theophilus Presbyter, *De Diversis Artibus - The Various Arts* (μτφρ. C. R. Dogwell), Λονδίνο 1961). Βλ. σχετικά H. Horat, *Der Glasschmelzofen des Priesters Theophilus. Interpretiert aufgrund einer Glasofen-Typologie*, Στουτγάρδη 1991, 36-37.

<sup>5</sup> W. E. S. Turner, «Studies in Ancient Glass and Glassmaking Processes. Part V. Raw Materials and Melting Processes», *JSGT* 40 (1956), 293-296. Forbes, ό.π. (υποσημ. 1), 110-117, 135-136, 153-156, 161-

172. Τριανταφυλλίδης, *Ροδιακή υαλουργία*, 36-52. S. Frank, *Glass and Archaeology*, Λονδίνο 1982, 19-22.

<sup>6</sup> R. J. Charleston, «Glass Furnaces through the Ages», *JGS* 20 (1978), 9-33.

<sup>7</sup> Turner, ό.π., 277-300. Για τη δομή της υάλου, βλ. Frank, ό.π., 6-10.

<sup>8</sup> Π. Τριανταφυλλίδης, «Υαλοποιία και υαλουργία κατά την ύστερη αρχαιότητα και την περίοδο της Ιπποτοκρατίας στη Ρόδο», *Αρχαιολογικά τεκμήρια βιοτεχνικών εγκαταστάσεων κατά τη βυζαντινή εποχή, 5ος-15ος αι.*, Ειδικό θέμα, 22ο Συμπόσιο της ΧΑΕ, Αθήνα 2004, 327 (στο εξής: «Υαλοποιία»).

<sup>9</sup> Taylor - Singer, ό.π. (υποσημ. 2), 358. Για αναλύσεις που έγιναν σε προϊόντα υαλουργείου του 12ου αιώνα το οποίο εντοπίστηκε στην Κόρινθο, βλ. Gl. R. Davidson, «A Medieval Mystery: Byzantine Glass Production», *JGS* 17 (1975), 130-141 (στο εξής: «Byzantine Glass Production»).

<sup>10</sup> Για τις διάφορες υαλουργικές τεχνικές, βλ. Harden, «Glass and Glazes», 335-337.

<sup>11</sup> Plinius, *Naturalis Historia*, XXXVI.66.

<sup>12</sup> Ι. Στρατής, Ε. Μύρτσου, Δ. Ιγνατιάδου, «Τεχνολογία αρχαίου ελληνικού γυαλιού και η διερεύνησή της», *Αρχαία ελληνική τεχνολογία, 1ο Διεθνές Συνέδριο*, Θεσσαλονίκη 1997, Πρακτικά, 337-343. Τριανταφυλλίδης, *Ροδιακή υαλουργία*, 34.

ρευστο υαλότηγμα, προσέδιδε στο εργαλείο περιστροφική κίνηση, ώστε να προσκολληθεί στη θερμασμένη κεφαλή του φυσητήρα ποσότητα υάλου, την οποία εξήγαγε από το εσωτερικό του υαλοκλιβάνου και σχηματοποιούσε με περιστροφή και ελκώσεις συγχρόνως με φύσημα από τη μικρής διατομής δίοδο της κάννης. Αφού διαμορφωνόταν το σώμα του αγγείου, με τη χρήση λαβίδων αποσπούνταν μικρότερες ποσότητες υαλοτήγματος και κατασκευάζονταν τα διάφορα προσαρτήματα του τελικού προϊόντος, όπως λαβές και βάσεις. Ακολουθούσε το στάδιο της τελικής διαμόρφωσης, κατά την οποία γινόταν η αποκοπή των περιττών τμημάτων των αγγείων με υαλουργικά ψαλίδια ή κοπίδια και λειάνονταν οι επιφάνειες των υάλινων προϊόντων με ξύλινους τύπους. Λόγω της ευαισθησίας του πυκνωμένου υαλοτήγματος των θερμών ακόμη υάλινων προϊόντων, η ομαλότητα και η στιλπνότητα των οποίων επηρεάζονταν από την επαφή τους με τα στερεά πάσης φύσεως και ύλης αντικείμενα, οι ξύλινοι τύποι για την τελική διαμόρφωση των επιφανειών διαβρέχονταν. Με τον τρόπο αυτό δεν καίγονταν ενώ παράλληλα εμποδιζόταν η άμεση επαφή τους με την επιφάνεια των υαλουργημάτων, καθώς από τη θερμότητα σχηματιζόταν δι' εξατμίσεως μεταξύ του ξύλινου τύπου και του γυαλιού μια ατμώδης στιβάδα<sup>13</sup>.

Τα διαμορφωμένα υάλινα προϊόντα τοποθετούνταν στη συνέχεια σε ιδιαίτερο θάλαμο του υαλοκλιβάνου ή σε μικρότερο ιδιαίτερο κλίβανο, στο εσωτερικό του οποίου αναπτύσσονταν χαμηλότερες θερμοκρασίες για τη σταδιακή ανόπτηση της ύλης και την επαναφορά της στην ατμοσφαιρική θερμοκρασία χωρίς να προκληθούν ραγίσματα στη δομή της.

Πα την ολοκλήρωση της παραγωγικής διαδικασίας απαιτούνταν είτε η παράλληλη λειτουργία δύο ή τριών διώροφων κλιβάνων ανοδικής καύσης, που διακρίνονταν σε κλιβάνους τήξης ή ανόπτησης, είτε ενός πολώροφου κλιβάνου ανοδικής καύσης, στον οποίο οι διαφορετικές υαλουργικές εργασίες οργανώνονταν καθ' ύψος<sup>14</sup>. Στον κατώτερο όροφο αυτών των κλιβάνων, όπου λόγω της εγγύτητας με τον θάλαμο καύσης αναπτύσσονταν μεγαλύτερες θερμοκρασίες, γινόταν τήξη

ήδη παρηγμένων υαλωμάτων, ενώ στον ανώτερο, το θερμοκρασιακό επίπεδο του οποίου ήταν σημαντικά μικρότερο, τοποθετούνταν τα ήδη διαμορφωμένα υάλινα σκεύη για τη σταδιακή ανόπτηση της ύλης<sup>15</sup>.

Η παλαιότερη γραπτή μαρτυρία για την κατασκευή τριώροφων υαλοκλιβάνων αυτού του τύπου προέρχεται από συριακό χειρόγραφο του 9ου αιώνα, στο οποίο αναφέρεται ότι οι κλίβανοι των υαλοποιών διακρίνονται σε διαμερίσματα τα οποία διατάσσονται σε επάλληλους ορόφους, από τους οποίους ο κατώτερος προοριζόταν για τη φωτιά, ο δεύτερος έφερε ανοίγματα για την έλκυση της θερμότητας και την τήξη του γυαλιού, ενώ ο τρίτος που καλυπτόταν με θόλο χρησιμοποιούνταν για τη σταδιακή ψύξη των υάλινων αγγείων<sup>16</sup>. Κλίβανοι με τρεις θαλάμους διαφορετικών θερμοκρασιών για την εξυπηρέτηση των διαφόρων σταδίων της παραγωγικής διαδικασίας, καθώς και η τεχνική φύσηματος υάλινων αγγείων εικονίζονται σε παραστάσεις χειρογράφων αποδεικνύοντας μαζί με τις σύγχρονες πηγές τη βασική τεχνική μορφοποίησης του γυαλιού κατά τους μεσαιωνικούς χρόνους. Η παλαιότερη παράσταση υαλοκλιβάνου προέρχεται από ένα εικονογραφημένο χειρόγραφο του 1023, του έργου «De Universo» του Rabanus Maurus, στο οποίο εικονίζεται ένας ορθογώνιος τριώροφος κλίβανος, στο κατώτερο τμήμα του οποίου υπάρχει το στόμιο για την τροφοδοσία της φωτιάς, στον ενδιάμεσο θάλαμο τήξης επάλληλα ανοίγματα για τη λήψη του υαλοτήγματος από τους υαλουργούς, ενώ στο ανώτερο τμήμα, που έχει δικλινή στέγαση, ο θάλαμος ανόπτησης του κλιβάνου, στο εσωτερικό του οποίου διακρίνεται ένα ήδη διαμορφωμένο υάλινο σκεύος (Εικ. 1)<sup>17</sup>.

Γενικότερα, σε μεταγενέστερα της εξεταζόμενης περιόδου κείμενα που αναφέρονται στην παραγωγή γυαλιού περιγράφονται ανάλογοι κυκλικοί ή ορθογώνιοι υαλουργικοί κλίβανοι, που παρά τις μεταξύ τους μορφολογικές διαφοροποιήσεις, διατηρούν την τριμερή κατακόρυφη διάκριση. Χαρακτηριστικοί είναι οι υαλοκλίβανοι του 16ου αιώνα που περιγράφονται στα αντίστοιχα κείμενα του V. Biringuccio, *De la Pirotechnia*, και του G. Agricolla, *De Re Metallica*, σχέδια των οποίων

<sup>13</sup> Harden, «Glass and Glazes», 337.

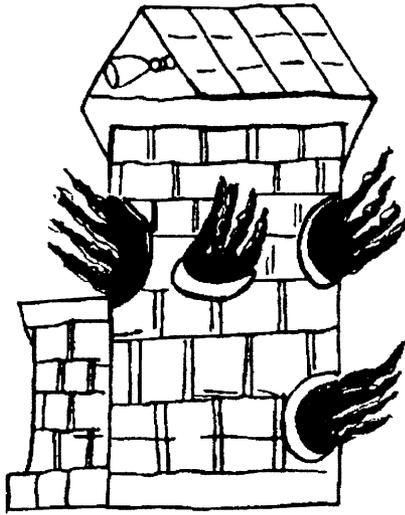
<sup>14</sup> Taylor - Singer, ό.π. (υποσημ. 2), 358. Charleston, ό.π. (υποσημ. 6), 10-28.

<sup>15</sup> Κ. Θ. Ράπτης, «Κλίβανοι-κάμιννοι βιοτεχνικών εργαστηρίων (4ος-14ος αι): θέματα παραγωγικής τεχνολογίας», *Αρχαία ελλη-*

*νική τεχνολογία*, 2ο Διεθνές Συνέδριο, Αθήνα 2006, Πρακτικά, 231 (στο εξής: «Κλίβανοι»).

<sup>16</sup> Charleston, ό.π. (υποσημ. 6), 11.

<sup>17</sup> Στο ίδιο, σημ. 6.



Εικ. 1. Παράσταση υαλοκλιβάνου από εικονογραφημένο χειρόγραφο.

παραδίδονται στις εικονογραφήσεις των εκδόσεων της εποχής<sup>18</sup>, ενώ ανάλογη διάταξη είχαν οι μεσαιωνικοί υαλοκλιβάνοι που εντοπίστηκαν σε διάφορες υαλοπαραγωγικές περιοχές της Μεσογείου, όπως η Βενετία και το Torcello, στις οποίες εντοπίστηκαν ανασκαφικά κυκλικοί υαλοκλιβάνοι που αποδόθηκαν στο γνωστό από τις γραπτές πηγές τριώροφο τύπο. Διώροφος ορθογώνιος κλιβάνος με οριζόντια διάταξη των θερμοθαλάμων τήξης και απόπτησης περιγράφεται στο κείμενο του Θεόφιλου, *De Diversis Artibus*<sup>19</sup>, φαίνεται όμως ότι

αποτελεί έναν τύπο υαλοκλιβάνων που χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά στη βόρεια Ευρώπη, όπου αναπτύχθηκαν κατά τους μέσους χρόνους διαφορετικές μέθοδοι παρασκευής του γυαλιού από τις επικρατούσες στις περιοχές της μεσογειακής λεκάνης<sup>20</sup>.

### Αναφορές υαλουργείων και υαλουργών σε παλαιοχριστιανικές και βυζαντινές πηγές

Οι αντίστοιχες αναφορές σε ελληνικά κείμενα της περιόδου είναι λιγοστές, παραδίδουν ωστόσο την ονομασία των υαλουργών και έμμεσες πληροφορίες για τη λειτουργία και την οργάνωση των εργαστηρίων τους κατά την παλαιοχριστιανική και τη βυζαντινή περίοδο. Οι εργαζόμενοι στα υαλουργικά εργαστήρια αναφέρονται ως *οί τήν ύαλον εργαζόμενοι* ή *ύελορργοί* ή κοινώς *ύελεψοί* ή *ύελοψοί*<sup>21</sup>. Ανάλογες ονομασίες δίνονται στα εργαστήρια και τους υαλοκλιβάνους που ονομάζονται *κάμνιοι ύελορργοί* ή *ύελοψοί*.<sup>22</sup> Στα λίγα αποσπάσματα των κειμένων, στα οποία γίνεται μνεία στη διαδικασία της παραγωγής, αναφέρεται ότι *οί τήν ύαλον εργαζόμενοι τήν άμμον εις έν σώμα συνεχές και διανγές μετεσκεύαζον*<sup>23</sup>, και ότι *άμμον και έτεραν ύλην άναμιγνύοντες, ύελον καθαρόν έποίησαν*<sup>24</sup>, στοιχείο που δειλώνει την πρωτογενή παραγωγή της υάλου από άμμο, ενώ περιγράφοντας τη διαδικασία της τήξης της υαλόμαζας στο υαλουργικό καμίνι αναφέρεται ότι *έν τῷ πνίγει τῶν άνθράκων τήν ύαλον έμόρφων*<sup>25</sup>. Σε κείμενο του 5ου αιώνα αναφέρεται για την παραγωγή υάλου ότι *και ή ψάμμος διεσκέδαται και τὸ λίτρον*

<sup>18</sup> Βλ. V. Biringuccio, *De la Pirotechnia* (μτφρ. C. S. Smith - M. T. Gnudi), Νέα Υόρκη 1942, 128-129. G. Agricola, *De Re Metallica* (μτφρ. H. C. και L. H. Hoover), Νέα Υόρκη 1950, 112 κ.ε.

<sup>19</sup> Βλ. Theophilus, ό.π. (υποσημ. 4), XVIII-XLIV.

<sup>20</sup> Κατά τους μέσους χρόνους παρατηρείται μια διαφοροποίηση στις υαλουργικές πρακτικές των μεσογειακών χωρών και της βόρειας Ευρώπης, η οποία οφειλόταν πιθανώς στη δυσκολία προμήθειας, στις βόρειες χώρες, της παραγόμενης από τη στάχτη παραθαλάσσιων μεσογειακών φυτών σόδας (D. B. Harden, «Ancient Glass, III: Post Roman», *AJA* 128 (1972), 87 (στο εξής: «Ancient Glass»). Η διαφοροποίηση αυτή είχε πιθανώς ως αποτέλεσμα και τη διαφορετική διαμόρφωση των υαλοκλιβάνων (Charleston, ό.π. (υποσημ. 6), 11, σημ. 6).

<sup>21</sup> Φ. Κουκουλές, *Βυζαντινών βίος και πολιτισμός*, τ. Β', Αθήνα 1948, 213. Με την περιφραση *οί τήν ύαλον εργαζόμενοι* αναφέρονται οι υαλουργοί σε κείμενο του Ιωάννου Χρυσοστόμου (Ιωάννου Χρυσοστόμου, «Υπόθεσις τής πρὸς Κορινθίους πρώτης ἐπιστολῆς», *PG* 61, 142). Ο δοκιμότερος όρος *ύελορργοί* χρησιμοποιείται κυρίως σε διατάξεις νομοθετικών έργων από την πα-

λαιοχριστιανική έως την ύστερη βυζαντινή περίοδο. *Υελορργοί* ονομάζονται οι εργαζόμενοι στα υαλουργικά εργαστήρια σε διατάξεις του Θεοδοσιανού Κώδικα (Codex Theodosianus (έκδ. T. Mommsen, P. Krüger), Βερολίνο 1905, 16.13.4.2), των *Βασιλικών* του 9ου αιώνα (*Βασιλικά* (έκδ. G. Heimbach), Λειψία 1833-1870, 54.6.6) και στην *Έξάβιβλο* του Κωνσταντίνου Αρμενοπούλου, του 14ου αιώνα (Κ. Αρμενόπουλος, *Πρόχειρον νόμων τὸ λεγόμενον Έξάβιβλος* (έκδ. G. Heimbach), Λειψία 1851, 2.4.19). Ως *ύελοψοί* αναφέρονται στο λεξικό του Ησυχίου, του 6ου αιώνα (*Hesychii Alexandrini Lexicon* (έκδ. M. Schmidt), Ιένα 1858-1868, λ. *ύελοψός*) και στη *Σύννοψη Ιστοριῶν* του Κεδρηνοῦ τον 11ο αιώνα (Γ. Κεδρηνοῦ, *Σύνοψις Ιστοριῶν*, *PG* 121, 687.1). Ως *ύελεψοί* αναφέρονται στη *Βίβλο Χρονική* του Μιχαήλ Γλυκά το 12ο αιώνα (Μ. Γλυκά, *Βίβλος Χρονική*, *PG* 158, 506).

<sup>22</sup> Trowbridge, ό.π. (υποσημ. 1), 102-103.

<sup>23</sup> Χρυσόστομος, ό.π. (*PG* 61.142).

<sup>24</sup> Ιωάννης Χρυσόστομος, «Περὶ τῆς τῶν νεκρῶν Ἀναστάσεως ὁμιλίας», *PG* 50, 429.

<sup>25</sup> Εὐάγριος, *Έκκλησιαστική Ιστορία*, *PG* 86b, 2769.

(νίτρον) διακέχεται ἄλλ' ἀνθρωπεῖα τέχνη καινὴν τινα καὶ διαφανὴ τὴν ὕαλον ἐκ τούτων ἐπενόησε<sup>26</sup>.

Σε νομοθετικά κείμενα *ὕελοιοι* και *ὕελοκόπται* αναφέρονται σε διάταγμα του Μεγάλου Κωνσταντίνου<sup>27</sup>, στο οποίο ρυθμίζονται υπέρ αυτών φορολογικές απαλλαγές. Ανάλογες αναφορές γίνονται σε διάταγμα του Θεοδοσίου του Β'<sup>28</sup>, ενώ νομοθετικές ρυθμίσεις που δημιουργούν κατάλληλες προϋποθέσεις για την ανάπτυξη της υαλουργικής τέχνης περιέχονται και στον Ιουστινιάνειο Κώδικα<sup>29</sup>. Λόγω των ρυπογόνων αναθυμιάσεων και των κινδύνων πυρκαγιάς που αναπτύσσονται στα υαλουργεία, σε διατάξεις της *Εξαβίβλου*<sup>30</sup> του Αρμενοπούλου, του 14ου αιώνα, απαιτείται από τους υαλουργούς, σε περίπτωση που τα εργαστήριά τους λειτουργούν εντός των πόλεων, να κατασκευάζονται σε αραιοκατοικημένες περιοχές για την αποφυγή κινδύνων πυρκαγιάς.

### Υαλοποιεία και υαλουργεία παλαιοχριστιανικών και βυζαντινών χρόνων στον ελλαδικό χώρο

Αν και τα προϊόντα τοπικών εργαστηρίων, καθώς και οι δευτερεύουσες ανασκαφικές ενδείξεις<sup>31</sup> για την ύπαρξη υαλοποιητικής ή υαλουργικής δραστηριότητας

στον ελλαδικό χώρο, μαρτυρούν σημαντική υαλουργική παράδοση κατά την εξεταζόμενη περίοδο, με υαλουργικά εργαστήρια που αναπτύσσονται σε περιοχές της Θράκης, της Μακεδονίας, της νότιας ηπειρωτικής Ελλάδας και του Αιγαίου, σηματοδοτώντας σημαντικά κέντρα υαλουργικής δραστηριότητας, όπως η Θεσσαλονίκη, η Κόρινθος και η Ρόδος, έχουν εντοπιστεί λιγοστές μόνο εγκαταστάσεις βιοτεχνικών εργαστηρίων παραγωγής υάλου και υάλινων αντικειμένων, που χρονολογούνται από το δεύτερο μισό του 4ου έως το 12ο αιώνα. Πρόκειται για μια μικρή εγκατάσταση του δεύτερου μισού του 4ου αιώνα στους Δελφούς, που ταυτίζεται πιθανώς με υαλουργείο<sup>32</sup>, ίχνη ενός υαλοκλιβάνου του 4ου-5ου αιώνα στη Ρόδο<sup>33</sup>, ένα οργανωμένο παλαιοχριστιανικό υαλοποιείο και υαλουργείο που λειτούργησε στους Φιλίππους<sup>34</sup>, την εγκατάσταση τεσσάρων υαλουργικών κλιβάνων των όψιμων παλαιοχριστιανικών χρόνων στο χώρο του επισκοπικού συγκροτήματος στις Λουλουδιές του Κίτρου Πιερίας<sup>35</sup>, ένα υαλουργείο του 9ου αιώνα που εντοπίστηκε στη Θεσσαλονίκη<sup>36</sup> και δύο υαλουργεία του 12ου αιώνα στην αγορά της Κορίνθου<sup>37</sup>.

Το παλαιότερο εντοπισμένο υαλουργείο της εξεταζόμε-

<sup>26</sup> Trowbridge, ό.π. (υποσημ. 1), 104-105.

<sup>27</sup> Στο ίδιο, 119, σημ. 34.

<sup>28</sup> Codex Theodosianus, 16.13.4.2.

<sup>29</sup> Codex Justinianus, CJC (έκδ. P. Krüger - T. Mommsen), Βερολίνο 1877, 10.66.1.

<sup>30</sup> Αρμενόπουλος, ό.π. (υποσημ. 21), 2.4.19.

<sup>31</sup> Ανασκαφικές ενδείξεις για την ύπαρξη υαλουργείων αποτελούν, εκτός από τον εντοπισμό των υαλοκλιβάνων, οι πρώτες ύλες, τα υαλουργικά εργαλεία, τμήματα των δοχείων τήξης, τα απορρίμματα της κατεργασίας και τα αποτυχημένα κατά την παραγωγή υάλινα αντικείμενα που συγκεντρώνονταν για την ανακύκλωσή τους σε δεύτερη τήξη.

<sup>32</sup> Π. Πετρίδης, «Βιοτεχνικές εγκαταστάσεις της πρώιμης βυζαντινής περιόδου στους Δελφούς», *Αρχαιολογικά τεκμήρια βιοτεχνικών εγκαταστάσεων* (υποσημ. 8), 245.

<sup>33</sup> Τριανταφυλλίδης, «Υαλοποιεία», 328-329.

<sup>34</sup> Γ. Γούναρης, Γ. Βελένης, «Πανεπιστημιακή ανασκαφή Φιλίππων 1988-1996», *AEMΘ* 10B, 1996, 719-733 (στο εξής, «Πανεπιστημιακή ανασκαφή»). Γ. Γούναρης, Γ. Βελένης, «Ανασκαφή Φιλίππων», *Εγνατία* 3 (1991-1992), 257-280 (στο εξής: «Ανασκαφή Φιλίππων»). Κ. Ράπτης, *Παλαιοχριστιανικά και βυζαντινά εργαστήρια της Ελλάδας*, αδημοσ. μεταπτυχ. εργασία, Τμήμα Ιστορίας και Αρχαιολογίας Φιλοσοφικής Σχολής ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη 2001, αριθ. κατ. 61 (στο εξής: *Εργαστήρια*). Γ. Γούναρης, «Εγκαταστάσεις υαλοποιίας και υαλουργίας στους Φιλίππους», *Αρχαιολογικά τεκμήρια βιοτεχνικών εγκαταστάσεων* (υποσημ. 8), 73-78 (στο εξής: «Εγκαταστάσεις υαλοποιίας»).

<sup>35</sup> Ε. Μαρκή, «Ανασκαφή Λουλουδιών 1995», *AEMΘ* 9, 1995,

198, σχέδ. 1 (στο εξής: «Ανασκαφή Λουλουδιών»). Ε. Μαρκή, «Λουλουδιές Κίτρου», *ΑΔ* 50 (1995), Χρονικά, 541, σχέδ. 13 (στο εξής: «Λουλουδιές»). Ε. Μαρκή, «Συμπεράσματα ανασκαφών της 9ης Ε.Β.Α. στη Β. Πιερία», *AEMΘ* 10A, 1996, 240, σχέδ. 3 (στο εξής: «Συμπεράσματα ανασκαφών»). Ράπτης, *Εργαστήρια*, αριθ. κατ. 62. Ε. Μαρκή, «Χωροθέτηση παραγωγικών και εργαστηριακών δραστηριοτήτων στο επισκοπικό συγκρότημα των Λουλουδιών Πιερίας», *Αρχαιολογικά τεκμήρια βιοτεχνικών εγκαταστάσεων* (υποσημ. 8), 42 (στο εξής: «Χωροθέτηση»). Ε. Αγγέλου, «Εργαλεία και εργαστηριακές δραστηριότητες στις Λουλουδιές Κίτρου», στο ίδιο, 67 (στο εξής: «Εργαλεία»).

<sup>36</sup> Ι. Κανονίδης, «Πλατεία Διοικητηρίου», *ΑΔ* 50 (1995), Χρονικά, 518-520, σχέδ. 7. Ι. Κανονίδης, «Η περιοχή του Διοικητηρίου στα παλαιοχριστιανικά και βυζαντινά χρόνια», *AEMΘ* 10B, 1996, 567, σχέδ. 2 (στο εξής: «Περιοχή Διοικητηρίου»). Ράπτης, *Εργαστήρια*, αριθ. κατ. 63. *Ώρες Βυζαντίου, Καθημερινή ζωή στο Βυζάντιο*, κατάλογος έκθεσης, Αθήνα 2002, 119-120, αριθ. κατ. 115 (Ι. Κανονίδης).

<sup>37</sup> C. H. Morgan, «II. Excavations at Corinth, Autumn 1937», *AJA* 42 (1938), 368. Gl. R. Davidson, «A Medieval Glass Factory at Corinth», *AJA* 44 (1940), 297-324 (στο εξής: «Medieval Glass Factory»). Fr. R. Matson, Jr, «Technological Study of the Glass from the Corinth Factory», *AJA* 44 (1940), 325-327. Gl. R. Davidson, *The Minor Finds, Corinth XII*, Cambridge, Mass. 1952, 83. R. L. Scranton, *Medieval Architecture, Corinth XVI*, Princeton 1957, 53, 59, σχέδ. VI. Davidson, ό.π. (υποσημ. 9), σ. 127-141. Gl. R. Davidson, «The Importance of Greece in Byzantine Glass Manufacture», *Actes du XVe CIEB*, II, Art et Archéologie-Communications B, Αθήνα 1981, 915-918.



Εικ. 2. Φίλιπποι. Κλίβανος παλαιοχριστιανικού υαλοποιείου (τέλη 4ου-5ου αι.) (Γούναρης, «Εγκαταστάσεις υαλοποιίας» (υποσημ. 34), εικ. 10).

νης περιόδου εγκαταστάθηκε και λειτουργούσε σε δωμάτιο της βόρειας στοάς της λεγόμενης Ρωμαϊκής Αγοράς των Δελφών, στο κεντρικότερο και εμπορικότερο σημείο της πόλης, θέση που υπονοεί τη χρήση του και ως καταστήματος για τη μεταπρόατηση της παραγωγής. Στα όρια της εγκατάστασης του εργαστηρίου, που καταλάμβανε περιορισμένο χώρο, εντοπίστηκαν ίχνη ενός ημιόλιου κυκλικού υαλοκλιβάνου, μεγάλες ποσότητες αθάλης καθώς και υποπροϊόντα υαλουργικής διεργασίας<sup>38</sup>.

Από το ροδιακό εργαστήριο του 5ου αιώνα διατηρήθηκαν τμήματα μόνο του υαλοκλιβάνου, ο οποίος καταστράφηκε σχεδόν ολοσχερώς από μεταγενέστερες επιδρομές. Διατηρήθηκαν εν μέρει ίχνη μόνο του σκάμματος του ελλειπτικής κάτοψης θαλάμου καύσης, κατάλοιπα κρημνισμάτων από τα ημιόλια τοιχώματα της ανωδομής του, τα οποία φέρουν επάλληλες υαλώδεις επιστρώσεις, υαλουργικά σκεύη, όπως τμήματα δοχείων τήξης και πλούσια υποπροϊόντα υαλουργικής διαδικασίας, όπως τμήματα τηγμένης ακατέργαστης υάλου, υάλινες ράβδοι και συγκεντρώσεις αποτυχημένων υάλινων προϊόντων<sup>39</sup>. Αν και τα κινητά ευρήματα είναι πλούσια για τη μελέτη των υαλουργικών τεχνικών και της παραγωγής του εργαστηρίου, τα στοιχεία που αφορούν την εγκατάσταση του εργαστηρίου είναι σχεδόν ανύπαρκτα.

Το παλαιοχριστιανικό υαλουργείο των Φιλίππων εγκαταστάθηκε σε οικοδομική νησίδα νοτιώς του Οκταγώνου, κατέλαβε χώρους ενός σημαντικού δημόσιου κτηρίου ρωμαϊκών χρόνων και λειτούργησε για δύο περίπου αιώνες, από τα τέλη του 4ου-αρχές του 5ου έως τα τέλη του 6ου αιώνα. Η μακρόχρονη λειτουργία του σε συνδυασμό με τη μεγάλη έκταση των εργαστηριακών εγκαταστάσεων, οι οποίες αποτελούνταν από τέσσερις υαλουργικούς κλιβάνους, δεξαμενές για την επεξεργασία και τον καθαρισμό των πρώτων υλών, συγκεντρώσεις αποτυχημένων αγγείων της παραγωγής και υαλουργικά εργαλεία, μαρτυρεί τη λειτουργία μιας οργανωμένης παραγωγικής μονάδας που έπαιξε σημαντικό ρόλο στην οικονομική ζωή της πόλης. Η θέση του στο κέντρο της πόλης σχετίζεται πιθανώς με την παράλληλη λειτουργία καταστήματος για τη μεταπρόατηση της παραγωγής.

Οι τέσσερις υαλοκλιβάνοι του εργαστηρίου ανήκουν σε δύο διαφορετικού τύπου κλιβάνους, που διακρίνονται, τόσο ως προς τη μορφή και τον τρόπο κατασκευής τους, όσο και ως προς το μέγεθός τους. Από το μεγάλο κλίβανο διατηρήθηκε σε καλή κατάσταση ο κυκλικός θάλαμος καύσης και τμήμα της ανωδομής του δεξαμενοειδούς πιθανώς θαλάμου τήξης (Εικ. 2). Τα τοιχώματα του κλιβάνου, που ήταν κατασκευασμένοι σε υπόγειο όρυγμα, αποτελούνταν από δύο δακτύλιους. Ο εσωτερικός δακτύλιος ήταν λιθοκτιστός και επιχρισμένος με πηλοκονίαμα έως το επίπεδο του δαπέδου του θαλάμου τήξης, και πλινθόκτιστος στη θολωτή ανωδομή. Ο εξωτερικός δακτύλιος αποτελούσε επένδυση από λιθοδομή που θεμελιωνόταν περιμετρικά του υπόγειου θαλάμου καύσης. Το πάχος της λιθοκτιστής επένδυσης μειωνόταν σταδιακά προς τα ανώτερα τμήματα του κλιβάνου. Το παραλληλόγραμμο στόμιο τροφοδοσίας της φωτιάς ανοιγόταν στη δυτική πλευρά του θαλάμου καύσης του υαλοκλιβάνου, ενώ δύο λιθοκτιστά τοιχεία εκατέρωθεν του στομίου δημιουργούσαν ένα στενό διάδρομο για την καλύτερη τροφοδοσία του θαλάμου καύσης με αέρα. Το άνοιγμα του θαλάμου τήξης ήταν τοξωτό και ανοιγόταν πάνω από το στόμιο του θαλάμου καύσης. Το δάπεδο του θαλάμου τήξης, που δεν σώζεται, είναι δυνατόν να αναπαρασταθεί από τα κρημνίσματά του, που βρέθηκαν στο εσωτερικό του θαλάμου καύσης. Ήταν κατασκευασμένο από πλίνθους μεγάλων διαστάσεων που στηρίζονταν σε δύο τριγωνικής

E. Baumgartner, I. Krueger, *Phönix aus Sand und Asche, Glas des Mittelalters*, Μόναχο 1988, σ. 23-26. Horat, ό.π. (υποσημ. 4), 139-140. Ράπτης, *Εργαστήρια*, αριθ. κατ. 64-65.

<sup>38</sup> Πετρίδης, ό.π. (υποσημ. 32), 245, εικ. 3-4.

<sup>39</sup> Τριανταφυλλίδης, «Υαλοποιία», 328-331.

κάτοψης τοιχώρια που αναπτύσσονταν εκατέρωθεν ενός κεντρικού, επίσης τριγωνικού θαλάμου καύσης. Τα τμήματα του δαπέδου του θαλάμου τήξης που εντοπίστηκαν, έφεραν στην άνω επιφάνειά τους στρώμα τηγμένου γυαλιού, ενώ στις επιχώσεις του κλιβάνου εντοπίστηκαν μεγάλα τμήματα ναλόμαζας<sup>40</sup>.

Από τους τρεις μικρότερους, επίσης κυκλικούς ή ελλειπτικούς κλιβάνους, διατηρήθηκαν αποσπασματικά τμήματα των θαλάμων καύσης. Ο υπόγειο θάλαμος καύσης, όπου ανοιγόταν το στόμιο τροφοδοσίας της φωτιάς αλλά και η οπή του φουσητήρα για την αναζωογόνησή της, ήταν κατασκευασμένοι με πλίνθους και επιχρισμένοι εσωτερικά με ισχυρό πηλοκονίαμα. Οι υπέργειοι θάλαμοι τήξης ή ανόπτησης δεν εντοπίστηκαν<sup>41</sup>.

Στις εγκαταστάσεις του επόμενου χρονικά εργαστηρίου υαλουργίας, που αποκαλύφθηκε στο εσωτερικό του τετραπύργιου επισκοπικού συγκροτήματος της Πιερίας, εντοπίστηκαν τέσσερις μικρού μεγέθους υαλοκλιβάνοι (Εικ. 3)<sup>42</sup>, ανάλογοι κατασκευαστικά με τους μικρούς υαλοκλιβάνους των Φιλίππων. Στην ίδια εγκατάσταση βρέθηκαν σωροί τμημάτων σπασμένων υαλοπινάκων και υάλινων αγγείων για την ανακύκλωση τους, καθώς και υαλουργικά εργαλεία –μία σιδερένια υαλουργική τομπίδα (Εικ. 4) και δύο κοπίδια<sup>43</sup>.

Από τους μικρούς κυκλικούς ή ελλειπτικούς κλιβάνους διατηρήθηκε τμήμα του υπόσκαφου θαλάμου καύσης. Λόγω της έλλειψης οργάνωσης των υαλουργικών εγκαταστάσεων και της απουσίας μεγάλου κλιβάνου υαλοποιίας για πρωτογενή παραγωγή αργού γυαλιού, φαίνεται ότι το εργαστήριο, που λειτούργησε από τα τέλη του 6ου ή τις αρχές του 7ου αιώνα και για μικρό πιθανώς χρονικό διάστημα, δεν είχε το χαρακτηριστικό οργανωμένης βιοτεχνικής και μεταπρατικής παραγωγής, αλλά αποτέλεσε μια πρόχειρη και παροδική εργαστηριακή μονάδα που εγκαταστάθηκε στο χώρο του πλούσιου επισκοπικού συγκροτήματος των παλαιοχριστιανικών χρόνων για την εκμετάλλευση και την ανακύκλωση των μεγάλων ποσοτήτων άχρηστων υάλινων αντικειμένων, υαλοπινάκων και μικρών αγγείων που προέκυψαν από την καταστροφή του επισκοπικού συγκροτήματος. Από



Εικ. 3. Λουλουδιές Πιερίας, τετραπύργιο επισκοπικό συγκροτήμα. Κλιβανός υαλουργείου (τέλη 6ου-7ος αι.) (Αγγέλκου, «Εργαλεία» (υποσημ. 35), εικ. 12).

τους τέσσερις κλιβάνους της εγκατάστασης, οι δύο λειτούργησαν πιθανώς ως χωνευτήρια, αποκλειστικά για την παραγωγή ναλομάτων από τις συγκεντρώσεις άχρηστων υάλινων αντικειμένων που εντοπίστηκαν. Οι δύο άλλοι, καθώς εντοπίστηκαν σε άμεση γειτνίαση μεταξύ τους, θα μπορούσαν λειτουργώντας σε διαφορετικά θερμοκρασιακά επίπεδα να χρησιμοποιηθούν και για την παραγωγή υάλινων αντικειμένων ως κλιβάνοι τήξης και ανόπτησης αντίστοιχα<sup>44</sup>.

Το υαλουργικό εργαστήριο της Θεσσαλονίκης, που χρονολογήθηκε με εφαρμογή μαγνητικής μεθόδου από το 820 έως το 870 μ.Χ.<sup>45</sup>, ήταν οργανωμένο πάνω στα



Εικ. 4. Λουλουδιές Πιερίας. Σιδερένια τομπίδα υαλουργού (6ος-7ος αι.) (Ωρες Βυζαντίου (υποσημ. 36), 119, αριθ. κατ. 114).

<sup>40</sup> Βλ. σχετικά: Γούναρης, «Εγκαταστάσεις υαλοποιίας», 73-78.

<sup>41</sup> Στο ίδιο, 73-78.

<sup>42</sup> Μαρκή, «Ανασκαφή Λουλουδιών», 198, σχέδ. 1. Μαρκή, «Λουλουδιές», 541, σχέδ. 13. Μαρκή, «Συμπεράσματα ανασκαφών», 240, σχέδ. 3. Ράπτης, *Εργαστήρια*, αριθ. κατ. 62. Μαρκή, «Χωροθέτηση», 42. Αγγέλκου, «Εργαλεία», 65-67.

<sup>43</sup> Αγγέλκου, «Εργαλεία», 65-67. *Καθημερινή ζωή στο Βυζάντιο*

(υποσημ. 36), 119, 490, αριθ. κατ. 114, 669 (Ε. Μαρκή).

<sup>44</sup> Μαρκή, «Χωροθέτηση», 42. Αγγέλκου, «Εργαλεία», 67.

<sup>45</sup> Η χρονολόγηση έγινε με εξέταση των μαγνητικών ιδιοτήτων των υλικών δομής του κλιβάνου, που εκτέθηκαν σε υψηλή θερμοκρασία-αρχαιομαγνητισμός. Οι αναλύσεις έγιναν στο Εργαστήριο Γεωφυσικής του Α.Π.Θ. σε συνεργασία με την 9η Ε.Β.Α.



Εικ. 5. Θεσσαλονίκη. Εργαστηριακά κατάλοιπα και δείγματα παραγωγής βυζαντινού υαλουργείου (9ος αι.) (Ωρες Βυζαντίου (υποσημ. 36), 120, αριθ. κατ. 115).

ερείπια ενός παλαιοχριστιανικού κοσμικού κτηρίου του 5ου αιώνα, που καταστράφηκε στα μέσα του βου, εντός των τειχών της βυζαντινής πόλης, σε μια περιοχή που κατά την περίοδο λειτουργίας του υαλουργείου παρουσιάζει ίχνη εγκατάλειψης. Ο ακριβής χώρος στον οποίο αναπτύσσονταν οι δραστηριότητες του εργαστηρίου δεν προσδιορίστηκε ανασκαφικά, καθώς δεν εντοπίστηκαν τα όρια της βιοτεχνικής εγκατάστασης, ωστόσο στον κεντρικό υπαίθριο χώρο του εργαστηρίου εντοπίστηκαν κατάλοιπα ενός κυκλικού υαλοκλιβάνου<sup>46</sup>, μία μικρή υδατοδεξαμενή και ένας αποθήκης για τη συγκέντρωση των αποτυχημένων υάλινων αγγείων της παραγωγής (Εικ. 5). Ο βυζαντινός υαλοκλιβάνος του εργαστηρίου της Θεσσαλονίκης, όπως και ο παλαιοχριστιανικός κλιβάνος των Φιλίππων, έχει κυκλική κά-

τοψη, διαφοροποιείται όμως ως προς τη στήριξη του δαπέδου του θαλάμου τήξης, που γινόταν, πιθανώς λόγω του μικρού μεγέθους του, με κεντρικό υποστύλωμα κυκλικής διατομής. Από τον κλιβάνο διατηρήθηκαν αποσπασματικά τα θεμέλια του θαλάμου καύσης, μικρό τμήμα της ανωδομής και το στόμιο τροφοδοσίας της φωτιάς. Τα αρχιτεκτονικά κατάλοιπα του κλιβάνου από μορφολογική άποψη δεν διακρίνονται από αυτά ενός αντίστοιχου τύπου κεραμικού κλιβάνου. Διαφοροποιήσεις σημειώνονται ωστόσο στην τοιχοποιία της ανωδομής του κλιβάνου που αποτελείται από αργούς λίθους με υπόλευκο συνδετικό κονίαμα, πλούσιο σε ασβέστη, σε αντίθεση με τα πηλοκονιάματα των κεραμικών κλιβάνων. Στην εσωτερική περιμέτρο του πυθμένα του θαλάμου καύσης παρατηρήθηκε συγκέντρωση μιας λεπτής κρούστας σκουροπράσινης υάλου η οποία αποτελεί ενδεικτικό στοιχείο των υψηλών θερμοκρασιών που αναπτύσσονταν στους υαλουργικούς κλιβάνους και ειδικότερα στο συγκεκριμένο κλιβάνο<sup>47</sup>. Λόγω της καταστροφής όλων των στοιχείων του θαλάμου τήξης του κλιβάνου δεν είναι δυνατόν να αποσαφηνιστεί αν ο θάλαμος τήξης ήταν σκαφοειδής με τη μορφή δεξαμενής για την τήξη της υαλόμαζας ή με εσχάρα πάνω στην οποία τοποθετούνταν μικρότερα πυρίμαχα φορητά δοχεία για την τήξη της υαλόμαζας<sup>48</sup>.

Στα τέλη του 11ου ή στο 12ο αιώνα χρονολογούνται δύο υαλουργεία που αποκαλύφθηκαν στην αγορά της Κορίνθου. Από τα μεσοβυζαντινά κορινθιακά εργαστήρια που εντοπίστηκαν, διατηρήθηκαν σε καλή κατάσταση οι εγκαταστάσεις του μεγαλύτερου<sup>49</sup>, που οργανώθηκε στο νοτιοδυτικό τμήμα της αγοράς της πόλης και που κατά την περίοδο λειτουργίας του είχε μετατραπεί σε βιοτεχνικού χαρακτήρα συνοικία. Το υαλουργείο, από το οποίο διατηρήθηκε αποσπασματικά

<sup>46</sup> Στο χαρακτηρισμό του κλιβάνου ως υαλουργικού οδήγησαν τμήματα πλίνθων που έφεραν κρούστα εφνάλωσης, κομμάτια άμορφης υαλόμαζας, τμήματα υάλινων αγγείων και δύο τμήματα σιδερένιας ράβδου-εργαλείου επεξεργασίας γυαλιού, που βρέθηκαν στις επιχώσεις του κλιβάνου, ενώ γενικότερη δραστηριότητα υαλουργών στην περιοχή μαρτυρείται από το περιεχόμενο ενός αποθέτη που περιείχε τμήματα υαλόμαζας και θραύσματα αποτυχημένων κατά την παραγωγή υάλινων αγγείων καθημερινής χρήσης, βλ. Κανονίδης, «Πλατεία Διοικητηρίου», 518.

<sup>47</sup> Πρόκειται για το αποτέλεσμα φυσικοχημικής αντίδρασης που οφείλεται στην ανάπτυξη υψηλών θερμοκρασιών και προκαλεί υαλοποίηση των στοιχείων του δομικού ασβεστοκονιάματος των υαλουργικών κλιβάνων (Κανονίδης, ό.π., 518-520).

<sup>48</sup> Κανονίδης, ό.π., 518-520, σχέδ. 7. Κανονίδης, «Η περιοχή του Διοικητηρίου», 567, σχέδ. 2. Ράπτης, *Εργαστήρια*, αριθ. κατ. 63.

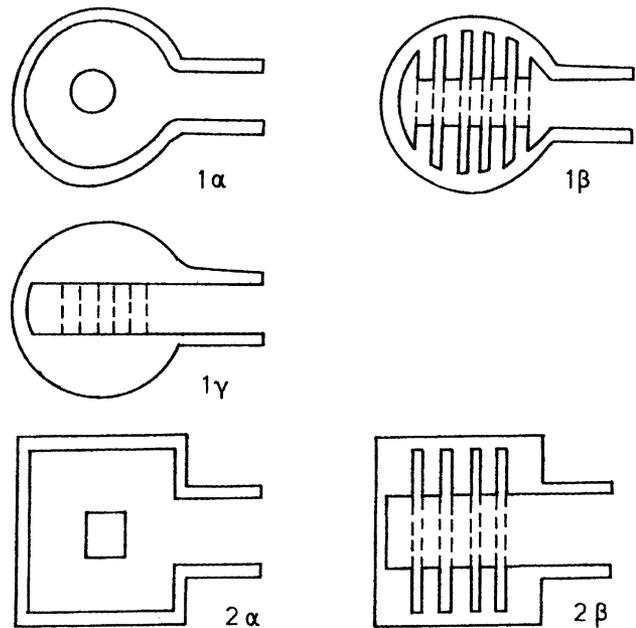
<sup>49</sup> Το μικρότερο βυζαντινό υαλουργείο της Κορίνθου, που λειτουργούσε στο βορειοδυτικό τμήμα της μεσαιωνικής εμπορικής αγοράς της Κορίνθου, εντοπίστηκε αποκλειστικά βάσει των απορριμμάτων της διαδικασίας καμίνευσης και των αποτυχημένων κατά τη διαδικασία παραγωγής υάλινων αντικειμένων που βρέθηκαν σε σωφούς χωρίς ωστόσο να συνδέονται με κτηριακά κατάλοιπα στο χώρο. Στην ίδια περιοχή εντοπίστηκε ίχνος ενός δαπέδου με στοιχεία διαδικασίας καμίνευσης, που αποδίδεται πιθανώς στον υαλοκλιβάνο του εργαστηρίου (Davidson, «Medieval Glass Factory», 297 κ.ε. Scranton, ό.π. (υποσημ. 37), 61. Davidson, «Byzantine Glass Production», 127 κ.ε.).

έναν υαλοκλίβανος και συγκεντρώσεις των αποτυχημένων υάλινων προϊόντων της παραγωγής, αναπτυσσόταν σε μια σειρά δωματίων διατεταγμένων γύρω από έναν επιμήκη ανοιχτό διάδρομο και καταλάμβανε τμήμα ενός μεγαλύτερου συγκροτήματος, το οποίο στέγαζε και άλλες οικιστικές ή εμπορικές πιθανώς δραστηριότητες του ιδιοκτήτη του<sup>50</sup>. Χαρακτηριστικό στοιχείο για τον παράλληλο εμπορικό χαρακτήρα της εγκατάστασης αποτελεί η διαμόρφωση της κύριας εισόδου του υαλουργείου, που ανοιγόταν στην κύρια εμπορική οδό της αγοράς και είχε τη μορφή μικρού προπύλου, πίσω από το οποίο αναπτύσσονταν μια σειρά ανοιχτών προς το δρόμο δωματίων, που λειτουργούσαν πιθανότατα ως καταστήματα για την προώθηση της παραγωγής στην αγορά. Ο κλίβανος του μεγάλου βυζαντινού κορινθιακού εργαστηρίου ήταν τετράγωνος σε κάτοψη και τα τοιχώματά του ήταν κατασκευασμένα με λίθους μεσαίου και μικρού μεγέθους. Το στόμιο τροφοδοσίας της φωτιάς και το άνοιγμα του θαλάμου τήξης βρίσκονταν στη νότια πλευρά του κλιβάνου, όπου υπήρχε αρκετός χώρος για την κίνηση των εργατών που φρόντιζαν τη λειτουργία του<sup>51</sup>. Ο τύπος του θαλάμου τήξης, δεξαμενοειδής ή με εσχάρα και φορητά σκεύη για την τήξη της υάλου, δεν έχει αποσαφηνιστεί. Από τον κλίβανο του μικρότερου εργαστηρίου διατηρήθηκαν τα ίχνη ενός δαπέδου-εσχάρας με υπολείμματα διαδικασίας καμίνευσης, από την οποία κατά την ανασκαφή της διατηρούνταν πέντε κυλινδρικές οπές, στοιχείο που μαρτυρεί τη χρήση φορητών πυρίμαχων δοχείων για δευτερογενή τήξη υαλωμάτων<sup>52</sup>.

Τα εργαστήρια της Κορίνθου αποτελούν τα τελευταία χρονικά εντοπισμένα υαλουργεία στον ελλαδικό χώρο, καθώς οι εγκαταστάσεις του γνωστού από την παραγωγή του μεσαιωνικού εργαστηρίου στην ιπποτική Ρόδο δεν έχουν εντοπιστεί ανασκαφικά<sup>53</sup>.

### Τυπολογία και κατανομή

Ως προς τη χρονολογική κατανομή των εργαστηρίων φαίνεται ότι η υαλουργεία εκμεταλλευόμενη την τεχνολογία της ρωμαϊκής περιόδου ανθεί στον ελλαδικό χώρο κατά την ύστερη αρχαιότητα και τους παλαιοχριστιανικούς χρόνους, περιορίζεται κατά τη μέση βυζαντινή περίοδο σε λίγα κέντρα παραγωγής και τελικά υποχωρεί και εξαφανίζεται κατά την ύστερη βυζαντινή και τη μεταβυζαντινή περίοδο.



Εικ. 6. Κατόψεις υαλοκλιβάνων διαφόρων τύπων: 1α. Κυκλικός με κεντρικό υποστόλωμα, 1β. Κυκλικός με κεντρικό διάδρομο καύσης και εγκάρσια προς αυτόν τοιχώρια που σχηματίζουν πλευρικούς διαύλους, 1γ. Κυκλικός με κεντρικό διάδρομο καύσης, 2α. Ορθογώνιος με κεντρικό υποστόλωμα, 2β. Ορθογώνιος με κεντρικό διάδρομο καύσης και εγκάρσια τοιχώρια που σχηματίζουν πλευρικούς διαύλους.

Όσον αφορά τη γεωγραφική και κοινωνική κατανομή των εντοπισμένων εργαστηρίων, τα εργαστήρια παραγωγής ή κατεργασίας υάλου της εξεταζόμενης περιόδου, που εντοπίστηκαν στον ελλαδικό χώρο, λειτουργήσαν σε αστικό περιβάλλον, καταλαμβάνοντας εγκαταλειμμένους δημόσιους χώρους και κτήρια εντός των τειχών σημαντικών αστικών κέντρων της αυτοκρατορίας, και συγκεκριμένα σε περιοχές όπου αναπτύχθηκαν σύγχρονες βιοτεχνικές γειτονιές με κύριο κριτήριο επιλογής της θέσης την ανάπτυξη των μεταπρατικών δυ-

<sup>50</sup> Davidson, «Medieval Glass Factory», 297 κ.ε. Scranton, ό.π. (υπόσημ. 37), σχέδ. VI. Davidson, «Byzantine Glass Production», 129-130.

<sup>51</sup> Davidson, «Medieval Glass Factory», 297-324. Davidson, «Byzan-

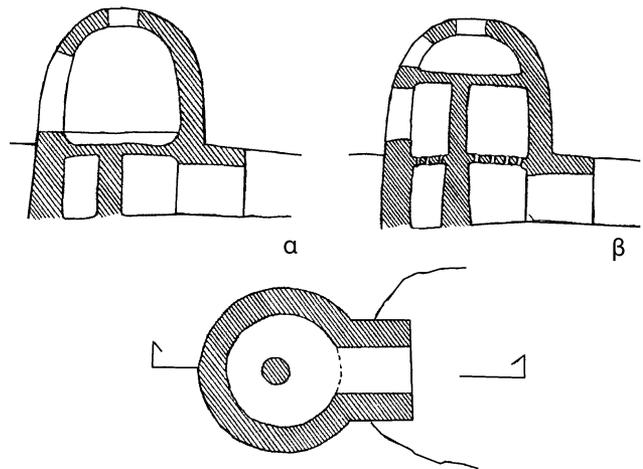
tine Glass Production», 129-130, εικ. 2.

<sup>52</sup> Davidson, «Byzantine Glass Production», 130.

<sup>53</sup> Τριανταφυλλίδης, «Υαλοποιία», 334-336.

ναυοτήτων της περιοχής για τη διοχέτευση στην τοπική αγορά της εύθραυστης και δύσκολα μεταφερόμενης παραγωγής. Παρά το γεγονός ότι η εργασία είναι λόγω των υαλοκλιβάνων ιδιαίτερα ρυπογόνος και επικίνδυνη, δεν έχουν εντοπιστεί εγκαταστάσεις υαλουργείων σε απομακρυσμένες περιοχές εκτός των τειχών, αν και κινητά ευρήματα μαρτυρούν συχνά υαλουργική δραστηριότητα σε βιοτεχνικές γειτονιές περιαστικού χαρακτήρα, στην περιοχή εκτός των τειχών στην περιμέτρο των πόλεων, κοντά ωστόσο σε σημαντικές οδούς ή πύλες των τειχισμένων αστικών κέντρων, έτσι ώστε αφ' ενός να αποφεύγεται ο κίνδυνος πυρκαγιάς ή η όχληση των περιοίκων, ενώ παράλληλα διευκολυνόταν η διακίνηση των ευαίσθητων, εύθραυστων προϊόντων. Τόσο από τις ανασκαφικές ενδείξεις, όσο και από τις γραπτές πηγές της εποχής, φαίνεται ακόμη ότι τα υαλουργικά εργαστήρια σχημάτιζαν βιοτεχνικές γειτονιές με εργαστήρια, η διαδικασία παραγωγής των οποίων απαιτούσε χρήση κλιβάνων, όπως κεραμεία ή μεταλλουργεία. Στην Κωνσταντινούπολη, όπου η περιοχή των υαλουργείων είναι γνωστή από περιγραφές, τα εργαστήρια των υαλουργών ήταν εγκατεστημένα στην πύλη των *ύελοψών* που έβλεπε στον Κεράτιο κόλπο<sup>54</sup>.

Αν και ενδείξεις για την ανάπτυξη παράλληλης υαλοποιητικής και υαλουργικής δραστηριότητας για την πρωτογενή παρασκευή υάλου εντοπίστηκαν μόνο στις εργαστηριακές εγκαταστάσεις του υαλουργείου των Φιλίππων, όλα τα γνωστά παλαιοχριστιανικά και βυζαντινά υαλουργεία του ελληνικού χώρου λειτουργούσαν σε περιοχές με δυνατότητα άμεσης προμήθειας των πρώτων υλών –της λευκής, καθαρής από σιδηρούχες προσμίξεις άμμου και της στάχτης φυτών υφάλμυρων εδαφών– για την παρασκευή υαλοτήγματος. Ως προς την οργάνωση του χώρου τους, τόσο τα παλαιοχριστιανικά και βυζαντινά εργαστήρια υαλοποιίας, όσο και τα σύγχρονά τους υαλουργεία, αναπτύσσονταν σε εκτεταμένες εγκαταστάσεις, στο εσωτερικό των οποίων αναπτύσσονταν ένας ή περισσότεροι υαλοκλίβανοι, που πλαισιώνονταν από δεξαμενές για τον καθαρισμό και την αποθήκευση των πρώτων υλών, χώρους αποθήκευσης της παραγωγής και των απορριμμάτων που προορίζονταν για επανάληψη και χώρους έκθεσης και μετα-



Εικ. 7. Υαλοκλίβανοι ανοδικής καύσης, τομές και κάτοψη: α. Διώροφος κλίβανος με θαλάμους καύσης και τήξης. β. Τριώροφος κλίβανος με θαλάμους καύσης, τήξης και ανόπτησης.

πράτησης των παραγόμενων προϊόντων. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν για την παλαιοχριστιανική περίοδο το υαλοποιείο και υαλουργείο των Φιλίππων, ενώ για τη βυζαντινή περίοδο το μεγάλο υαλουργείο που εντοπίστηκε στην περιοχή της αγοράς της Κορίνθου. Εξαιρεση αποτελεί το περικό εργαστήριο που χαρακτηρίζεται από παντελή έλλειψη οργάνωσης του χώρου, με τους κλιβάνους του να κατασκευάζονται όπου υπήρχε ελεύθερος χώρος στο βιοτεχνικό συγκρότημα.

Από τα εντοπισμένα αρχιτεκτονικά κατάλοιπα υαλοκλιβάνων φαίνεται ότι ο κατώτερος θάλαμος καύσης και το στόμιο τροφοδοσίας της φωτιάς δεν διαφοροποιούνταν από τα αντίστοιχα τμήματα των κεραμικών κλιβάνων, με τα οποία ομοιάζουν τόσο τυπολογικά όσο και κατασκευαστικά. Βάσει της κάτοψης και του τρόπου στήριξης του δαπέδου-εσχάρας του θαλάμου τήξης εντοπίζονται κλίβανοι κυκλικό ή ελλειπτικό και ορθογώνιοι είτε με ένα κεντρικό υποστύλωμα είτε με κεντρικό διάδρομο καύσης και εγκάρσια προς αυτόν τοιχώρια που ανά δύο σχηματίζουν πλευρικούς διαύλους (Εικ. 6).

<sup>54</sup> Κουκουλές, ό.π. (υποσημ. 21), 213. Η παραγωγή υάλου και υάλινων αντικειμένων στην Κωνσταντινούπολη, σε συνδυασμό με μια απόπειρα ανίχνευσης των βυζαντινών υαλουργείων της Πρωτεύουσας, επιχειρείται από τους J. Henderson και M. Mundell Mango (J. Henderson - M. Mundell-Mango, «Glass at Medieval

Constantinople. Preliminary Scientific Evidence», *Constantinople and its Hinterland, Papers from the 27th Spring Symposium of Byzantine Studies, Oxford, April 1993* (επιστ. επιμ. C. Mango, G. Dagron), Variorum 1995, 333-356).

Ο θάλαμος καύσης κατασκευαζόταν είτε υπόγειος σε κυκλικό, ελλειπτικό ή ορθογώνιο σκάμμα με παρειές ενισχυμένες με τοιχοποιίες μικρού πάχους από πλίνθους ή, σπανίως, λίθους, είτε σπανιότερα ως ισόγειος χώρος με τοιχοποιίες που διέφεραν κατασκευαστικά σε κλιβάνους διαφορετικών εποχών και περιοχών. Τα υπέργεια τμήματα των κλιβάνων ήταν σε αρκετές περιπτώσεις επενδεδυμένα στην εξωτερική τους πλευρά με λιθοδομή μεγάλου πάχους, που μειωνόταν σταδιακά προς τα ανώτερα τμήματα του κλιβάνου. Η εξωτερική λιθόκτιστη επένδυση των εσωτερικών πλινθόκτιστων τοιχωμάτων του κλιβάνου είχε διπλή χρήση, καθώς στερέωνε τα λεπτά εσωτερικά τοιχώματα ενισχύοντας στατικά τον κλίβανο, ενώ παράλληλα δημιουργούσε ένα στρώμα μόνωσης του θαλάμου τήξης, ως προς τις ασταθείς εξωτερικές καιρικές συνθήκες, ώστε να διατηρούνται σταθερές και χωρίς θερμοκρασιακές μεταβολές οι συνθήκες τήξης στο εσωτερικό του κλιβάνου. Το στόμιο τροφοδοσίας της φωτιάς ανοιγόταν στην καλύτερα προστατευμένη από τους ανέμους πλευρά του θαλάμου καύσης και είχε τη μορφή στενής διόδου, το πλάτος και το μήκος της οποίας εξαρτώνταν από το μέγεθος του κλιβάνου. Ο θάλαμος καύσης των κλιβάνων καλυπτόταν από το δάπεδο του υπερκείμενου θαλάμου τήξης, που στηριζόταν σε ένα απλό ή πολύπλοκο σύστημα στήριξης με ένα ή περισσότερα υποστυλώματα. Η κύρια τυπολογική διαφοροποίηση των υαλουργικών κλιβάνων από τους κεραμικούς έγκειται στον τρόπο διαμόρφωσης των υπέργειων θαλάμων τήξης και ανό-

πτησης, ελάχιστα κατάλοιπα των οποίων διατηρήθηκαν στα εντοπιζόμενα εργαστήρια της Ελλάδας. Βάσει του τρόπου κατασκευής του δαπέδου του θαλάμου τήξης διακρίνονται δύο τύποι: α) δεξαμενοειδείς ή σκαφηφόροι θάλαμοι τήξης, στο εσωτερικό των οποίων γινόταν τήξη μεγάλων ποσοτήτων υάλου και β) με εσχάρα και φορητά πυρίμαχα δοχεία για την τήξη μικρότερων ποσοτήτων υάλου. Από τα δύο είδη υαλοκλιβάνων φαίνεται ότι ο πρώτος τύπος αρμόζει σε κλιβάνους υαλοποιείων για την πρωτογενή παρασκευή υάλου ή υαλωμάτων από φυσικές πρώτες ύλες, ενώ ο δεύτερος για την τήξη διαφορετικών τύπων υάλου για την παραγωγή υάλινων αντικειμένων<sup>55</sup>.

Από τα ιδιαίτερα αποσπασματικά αρχιτεκτονικά κατάλοιπα των υαλουργικών κλιβάνων που εντοπίστηκαν ανασκαφικά και τη μορφολογική σύγκρισή τους με μεσαιωνικούς υαλοκλιβάνους της δυτικής Ευρώπης διαπιστώνεται ότι στον ελλαδικό τουλάχιστον χώρο η παραγωγική διαδικασία ολοκληρωνόταν κατά την παλαιοχριστιανική περίοδο σε περισσότερους του ενός κλιβάνους με διαφορετικά θερμοκρασιακά επίπεδα, που ανήκουν στον τύπο των διώροφων κλιβάνων ανοδικής καύσης (Εικ. 7α) και διακρίνονται βάσει της λειτουργίας τους σε κλιβάνους τήξης και ανόπτησης, ενώ κατά τη βυζαντινή περίοδο σε τριώροφους κλιβάνους ανοδικής καύσης με κατακόρυφη διάταξη των θαλάμων καύσης, τήξης και ανόπτησης, ανάλογους με αυτούς που περιγράφονται σε γραπτά κείμενα ήδη από τον 9ο αιώνα (Εικ. 7β)<sup>56</sup>.

<sup>55</sup> Ράπτης, *Κλιβανοί*, 231-232.

<sup>56</sup> Στο ίδιο, ό.π., 231.

Konstantinos Th. Raptis

## EARLY CHRISTIAN AND BYZANTINE GLASS-PRODUCING AND PROCESSING WORKSHOPS IN GREECE. TYPOLOGY AND DISTRIBUTION

**A**ims of the study are to detect the glass-making techniques in Early Christian and Byzantine times, to present comparatively the Early Christian and Byzantine glass producing and processing workshops, which have been identified in Greece, and, with the help of textual and visual sources, to understand the technology of the production process and the spatial organization of the installations.

The primary preparation of raw glass and the working of the produced glass paste were two separate processes, which could develop in the same craft-industrial unit, but also independently, since workshops producing glass objects developed in centres in which there was a demand for such objects, with supply of prefabricated glass paste from workshops producing glass, the organization of which was directly dependent on the possibility of obtaining raw materials.

The Early Christian and Byzantine workshops producing glass and workshops producing glass objects developed in extensive installations, in the interior of which operated one or more glass furnaces, which were accompanied by spaces for storing the raw materials and for displaying and selling the products. Completion of their production process demanded either the concurrent operation of two two-storey updraft furnaces, which were distinguished into melting furnaces and annealing furnaces, or of one multi-storey updraft furnace, in the lower storey of which either primary production of raw glass or melting of glass cullet took place, while in

the upper, the temperature level of which was significantly lower, the already formed glass vessels were placed for the gradual annealing of the material. The fire pit and the stoke hole are no different from the corresponding parts of pottery kilns, which they resemble typologically. Their main typological differentiation lies in the way of formation of the melting chambers, of which two types are distinguished on the basis of the mode of production: a. cistern-shaped or trough-shaped melting chambers, in the interior of which the primary preparation of glass or the melting of large quantities of glass cullet took place, and b. with grid and portable fireproof vessels for melting small quantities of glass paste.

It seems that during the Early Christian period the production process was completed in more than one furnaces, with different temperature levels, while during the Byzantine Age in three-storey updraft furnaces with vertical arrangement of the fire pit, the melting and the annealing chambers, analogous to those described in texts from as early as the ninth century.

The identified workshops for producing or processing glass in the period under consideration operated *intra muros* of major urban centres, with principal criterion of selecting the site the development of transactional activities of the area for the dissemination to the local market of the fragile products which were difficult to transport.